

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-312708

(P2000-312708A)

(43) 公開日 平成12年11月14日 (2000.11.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
A 6 1 L 2/08		A 6 1 L 2/08	4 C 0 5 8
G 2 1 K 5/04		G 2 1 K 5/04	E 5 C 0 3 4
H 0 1 J 37/30		H 0 1 J 37/30	Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-124109

(22) 出願日 平成11年4月30日 (1999.4.30)

(71) 出願人 593141481

エヌケーケープラント建設株式会社

神奈川県横浜市鶴見区弁天町3番地7

(72) 発明者 土井 猛

神奈川県横浜市鶴見区弁天町3番地の7

エヌケーケープラント建設株式会社内

(74) 代理人 100083839

弁理士 石川 泰男

Fターム (参考) 4C058 AA12 AA21 AA22 BB06 CC02

DD07 EE26 KK03 KK32

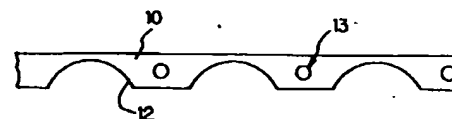
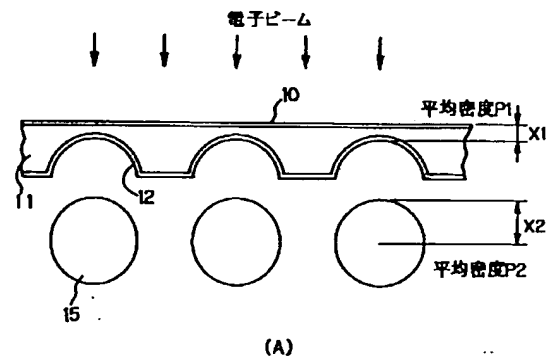
5C034 AA01 AA09

(54) 【発明の名称】 電子ビーム照射装置

(57) 【要約】

【課題】 被滅菌物に対して、その形状に左右されることなく均一に電子ビームを照射することが可能な電子ビーム照射装置を提供する。

【解決手段】 電子ビーム源が発射する電子ビームは、線量調整器を通過した後に被照射物に照射される。ここで、線量調整器は、電子ビームの照射方向と垂直な方向における被照射物のあらゆる点において、前記電子ビームが通過する際の吸収の割合を示す吸収割合値が一定となるように構成されている。よって、被照射物の各点において、線量調整器により吸収される線量と被照射物により吸収される線量との合計が一定となるので、被照射物にはその形状にかかわらず均一な線量の電子ビームが照射される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子ビーム源と、

前記電子ビーム源と被照射物との間に配置される線量調整器と、を備え、

前記線量調整器は、電子ビームの照射方向と垂直な方向における前記被照射物のあらゆる点において、前記電子ビームが通過する際の吸収の割合を示す吸収割合値が一定となるように構成され、前記吸収割合値は、前記線量調整器を構成する材料の平均密度を $P1$ 、前記線量調整器内を前記電子ビームが通過する距離を $X1$ 、前記被照射物を構成する材料の平均密度を $P2$ 、前記被照射物内を前記電子ビームが通過する距離を $X2$ とすると、 $P1 \times X1 + P2 \times X2$ で示されることを特徴とする電子ビーム照射装置。

【請求項2】 前記線量調整器は前記電子ビーム源に固定され、前記電子ビーム照射装置は、さらに前記被照射物を前記線量調整器に対して位置決めする手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の電子ビーム照射装置。

【請求項3】 前記線量調整器は、冷却媒体の通路を備えることを特徴とする請求項1または2に記載の電子ビーム照射装置。

【請求項4】 前記線量調整器は、前記被照射物の形状に適合した内部形状を有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の電子ビーム照射装置。

【請求項5】 前記線量調整器は、前記被照射物の形状に適合した内部形状を有し、前記被照射物を内部に収容することを特徴とする請求項1に記載の電子ビーム照射装置。

【請求項6】 前記電子ビーム源は、前記電子ビームを前記被照射物の両面に照射することを特徴とする請求項1に記載の電子ビーム照射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、医療用機器、医薬品、衛生用品、さらには食品等に対して滅菌の目的で電子ビームを照射する電子ビーム照射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的に、医療用機器、医薬品などの滅菌は、蒸気加熱処理、エチレンオキシドガス等による化学処理、ガンマ線の照射処理、電子ビーム照射処理等によって行われている。しかし、蒸気加熱処理は、被滅菌物に対する1回の処理量が少なく非能率的である上、耐熱性の設備が必要となるという問題がある。エチレンオキシド等による化学処理は、環境衛生上の問題が大きい。また、ガンマ線照射処理は、極めて大規模な完璧な遮蔽設備を必要とする上、使用済み照射源の廃棄処理が問題になる。これに対し、電子ビーム照射処理は、上述したような問題が少なく、多量の被滅菌物を効率的に処理できる利点がある。

【0003】電子ビームの照射による滅菌において、被滅菌物がある程度の厚みを有する形状である場合には、被滅菌物内で照射した電子ビームの吸収および減衰が生じる。このため、ある程度の厚みを有する被滅菌物に対しては、電子ビームを両面から照射して滅菌を行うのが一般的である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、電子ビーム照射には、被滅菌物の形状に関する問題が存在する。被滅菌物が矩形の断面形状を有し、かつ、適切な厚さを持つ場合には、両面から照射された電子ビームは、電子ビームの照射方向と垂直な方向の異なる位置においてほぼ均一な線量分布を示す。しかし、例えば被滅菌物の断面が円形である場合、被照射物内の中心よりの位置と周辺よりの位置では照射される電子ビームの線量が大きく異なる。即ち、中心よりの位置では照射された電子ビームは被滅菌物を内部を長い距離に渡り通過して円形の中央付近に到達するため、その間に電子ビームの吸収および減衰が生じ、中央部に到達する電子ビームの線量は大きくならない。これに対し、円形の周辺よりの位置では、照射された電子ビームが被滅菌物内部を通過する距離が短いため、電子ビームの吸収および減衰は小さく、その結果到達する電子ビームの線量は大きくなる。このように、被滅菌物の断面形状が矩形以外である場合には、照射される電子ビームの線量分布が不均一となる。

【0005】このような場合、照射する電子ビームの強度を断面形状の厚みが小さい部分（例えば、円形断面の周辺付近）に最適となるように調整すると、被滅菌物の中央付近の位置の滅菌が不十分となる。一方、電子ビームの強度を厚みの大きい部分（例えば円形断面の中央付近）に最適となるように調整すると、被滅菌物の厚みの小さい部分で照射線量が過大となり、材料の劣化が生じるおそれがある。また、部分的に過大な線量の照射を行うことになるため、電子ビームの照射電力効率も悪化する。

【0006】本発明は、以上の点に鑑みてなされたものであり、被滅菌物に対して、その形状に左右されことなく均一に電子ビームを照射することが可能な電子ビーム照射装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、電子ビーム照射装置において、電子ビーム源と、前記電子ビーム源と被照射物との間に配置される線量調整器と、を備え、前記線量調整器は、前記電子ビームの照射方向と垂直な方向における前記被照射物のあらゆる点において、前記電子ビームが通過する際の吸収の割合を示す吸収割合値が一定となるように構成され、前記吸収割合値は、前記線量調整器を構成する材料の平均密度を $P1$ 、前記線量調整器内を前記電子ビームが通過する距離を $X1$ 、前記被照射物を構成する材料の平均密

度をP2、前記被照射物内を前記電子ビームが通過する距離をX2とすると、 $P1 \times X1 + P2 \times X2$ で示されることを特徴とする。

【0008】上記のように構成された発明によれば、電子ビーム源が発射した電子ビームは線量調整器を通過した後被照射物に照射される。ここで、線量調整器は、電子ビームの照射方向と垂直な方向における被照射物のあらゆる点において、前記電子ビームが通過する際の吸収の割合を示す吸収割合値が一定となるように構成されている。これは、前記線量調整器を構成する材料の平均密度をP1、前記線量調整器内を前記電子ビームが通過する距離をX1、前記被照射物を構成する材料の平均密度をP2、前記被照射物内を前記電子ビームが通過する距離をX2とすると、 $吸収割合値 = P1 \times X1 + P2 \times X2 = 一定(理想値)$ とすることにより実現される。よって、被照射物の各点において、線量調整器により吸収される線量と被照射物により吸収される線量との合計が一定となるので、被照射物にはその形状にかかわらず均一な線量の電子ビームが照射される。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の電子ビーム照射装置において、前記線量調整器は前記電子ビーム源に固定され、前記電子ビーム照射装置は、さらに前記被照射物を前記線量調整器に対して位置決めする手段を備えることを特徴とする。これにより、搬送経路中の被照射物などに対しても線量を均一に調整することができる。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の電子ビーム照射装置において、前記線量調整器は、冷却媒体の通路を備えることを特徴とする。これにより、線量調整器の加熱が防止される。

【0011】請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3のいずれかに記載の電子ビーム照射装置において、前記線量調整器は、前記被照射物の形状に適合した内部形状を有することを特徴とする。これにより、被照射物に対する照射線量の調整が容易になる。

【0012】請求項5に記載の発明は、請求項1に記載の電子ビーム照射装置において、前記線量調整器は、前記被照射物の形状に適合した内部形状を有し、前記被照射物を内部に収容することを特徴とする。これにより、被照射物と線量調整器を結合して一体とすることができるので、電子ビームの照射の際の位置決め精度の要求を緩和することができる。

【0013】請求項6に記載の発明は、請求項1に記載の電子ビーム照射装置において、前記電子ビーム源は、前記電子ビームを前記被照射物の両面に照射することを特徴とする。これにより、ある程度の厚さを有する被照射物に対して効率的かつ確実に電子ビームを照射することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】まず、好適な実施形態の説明に先

立ち、滅菌のために照射する電子ビームの強度と被照射物(被滅菌物)の形状との関係について考察する。

【0015】図1に、一例として直径6cm、比重1の物質からなる円筒形状の被照射物の断面を示す。図1の例では、被照射物に対して左右から電子ビームを照射する。照射位置Aは円形断面の直径位置とし、照射位置BおよびCは円形断面の周辺より決める。照射位置Bでは電子ビームが被照射物内を通過する長さは4cmとし、照射位置Cでは電子ビームが被照射物内を通過する長さは2cmとする。

【0016】図2に、各照射位置A～Cにおいて電子ビームを照射した場合の、被照射物内での線量の分布を示す。図2(A)～(C)において、縦軸は電子ビームの相対線量を示し、滅菌の目的で必要とされる線量を100%としている。横軸は、比重を1としたため、被照射物内の位置を示す。電子ビームは図1に示すように左右から照射されているが、横軸の位置を示す数字は便宜上左側からの位置のみを示す。図2(A)～(C)において、波線の特性50、53、56は左側からの電子ビームの線量を示し、波線の特性51、54、57は右側からの電子ビームの線量を示す。実線の特性52、55、58は左右からの電子ビームの総(合計)線量を示す。

【0017】図2(A)～(C)から分かるように、本例では電子ビームは被照射物の深さ2～3cm付近で線量が最大となる。従って、図2(A)に示す照射位置Aの場合、横方向の幅6cmの被照射物の中央付近位置で総線量は210%に達する。また、図2(B)に示す照射位置Bの場合は総線量のピーク値は245%にも達し、被照射物の端部付近でも総線量は160%に達する。さらに、図2(C)に示す照射位置Cの場合には、ほぼ被照射物の全体で総線量が220%に達する。このように、被照射物の形状により、線量分布は大きく異なる。

【0018】一方、図3は、同一の物質からなる断面形状が矩形で厚さ8cm(理想値)の被照射物に対して左右から電子ビームを照射した場合の線量分布を示す。特性60は右側からの電子ビームの線量、61は左側からの電子ビームの線量、62は総線量を示す。被照射物のいずれの位置においても必要線量以上の線量の照射が行われているので、十分な滅菌効果が得られている。また、総線量の最大値は約126%であり、必要線量の20%増程度に抑えられているので被照射物の材料劣化の問題はほとんど生じず、理想的な線量分布が得られている。

【0019】被照射物内での電子ビームの吸収および減衰量は、電子ビームが通過する被照射物の密度および通過する距離の積(以下、「吸収割合値」と呼ぶ。)で評価される。従って、被照射物に対して均一な線量の照射を行うには、この吸収割合値が一定となるように被照射物に対して電子ビーム照射を行う必要がある。上記の例

においては、被照射物の密度が一様であることが前提であつたので、電子ビームの照射距離（深さ）を均一にすれば照射線量が均一となつた。

【0020】続いて、本発明の好適な実施の形態について説明する。本発明においては、上記の吸収割合値を被照射物に対して均一となるように調整するための線量調整器（線量調整器）を導入する。図4（A）は、線量調整器10と被照射物例としてのダイアライザー15の関係を示す断面図である。ダイアライザー15は円筒形状の透析などに使用される医療用器具であり、内部には水が含まれているものもある。また、線量調整器10は、中空であり内部の空洞11には冷却媒体としての冷却水11が入れられる。なお、水以外の冷却媒体も使用可能である。例えば、被照射物で使用する液体と同一のものを冷却媒体として用いることもできる。

【0021】線量調整器10を構成する材料は、電子ビーム照射によって劣化しない強度を有する必要がある。また被照射物とほぼ等価な密度を有する物質が好ましい。特に好適な例はアルミニウムである。図4（A）の例では、薄いアルミニウム板により中空構造を形成し、内部を冷却媒体により冷却している。

【0022】また、線量調整器10は、ダイアライザー15と対向する側の面に、ダイアライザーの円筒形状と適合する円筒壁状のくぼみ12を備える。線量調整器10の、ダイアライザー15と逆側から電子ビームを照射してダイアライザー15の滅菌を行う。線量調整器10は、前述した電子ビームの吸収割合値がダイアライザー15の形状にかかわらず均一となるような形状に形成される。即ち、具体的には、図4（A）に示すように、線量調整器10を形成する材料の平均密度をP1とし、ダイアライザー15の平均密度をP2とし、電子ビームの照射方向に沿った線量調整器の長さ（厚み）をX1とし、電子ビームの照射方向に沿ったダイアライザー15の長さ（厚み）をX2とすると、被照射物の各位置に対して $P1 \cdot X1 + P2 \cdot X2 = \text{一定値（理想値）}$ という関係が維持されるように線量調整器1を形成する。ここで一定値は、滅菌のために必要な適切な線量に対応する吸収割合値であり、具体的な数値は照射する電子ビームの強度、被照射物の寸法などに依存する。図4（A）に示した例では、片側からの照射のみを考えると、上記一定値 $= 1 \text{ g/cm}^3 \times 4 \text{ cm} = 4 \text{ g/cm}^2$ である。

【0023】図5に、線量調整器を採用する電子ビーム照射装置の概略構成を示す。図5において、電子ビーム管20の下部のウィンドウ21に線量調整器10が取り付けられる。ウィンドウ21は電子ビームの出口である。線量調整器10の下方にダイアライザー15が配置される。ダイアライザー15は、図4（A）に示すように、各々が線量調整器10の各くぼみ12に対向するように正確に位置決めがなされる。また、線量調整器10の内部の空洞11には冷却媒体が入っている。なお、ダ

イアライザーはコンベアなどの図示しない搬送手段により搬送され、位置決めされる。ダイアライザー15が線量調整器10のくぼみ12に対して正確に位置決めされた状態で、電子ビーム管20が電子ビームを発射する。発射された電子ビームは線量調整器10内を通過し、ダイアライザー15に照射される。この時、前述のように線量調整器10の形状はダイアライザー15の各位置に対して吸収割合値が一定となるように形成されているので、ダイアライザー15の電子ビームの方向と垂直な方向の全ての位置において、電子ビームの吸収および減衰量は等しくなり、均一な線量の照射がなされることになる。なお、空気中の通過による電子ビームの吸収および減衰は零とみなすことができるので、ダイアライザー15を線量調整器10の対応するくぼみ12内に収容するために図4における上方へ移動する必要はない。これは、ダイアライザー15の搬送手段を簡素化し、作業効率を上昇させる。

【0024】なお、実際には、図5に示す電子ビーム管20、線量調整器21はダイアライザー15の下方向にもう一組用意され、上下方向から電子ビームを両面照射する。

【0025】図4（B）に、線量調整器10の変形例を示す。本例では、線量調整器10をアルミニウムなどの材料で中実に構成し、冷却水を通過させるための冷却水孔13を設ける。この変形例によれば、アルミニウムなどの材料にくぼみ12と冷却水孔13を設けるだけでよく、中空構造を形成する必要がなくなる。

【0026】図6に、線量調整器の他の実施形態を示す。図6（A）はダイアライザー15を収容した時の線量調整器10の側面図であり、図6（B）はその斜視図である。図4および5を参照して説明した電子ビーム照射装置においては線量調整器10を電子ビーム管20のウィンドウ21に取り付け、ダイアライザー15を線量調整器10の各くぼみ12に対して位置決めしている。これに対し、図6に示す実施形態では、被照射物の形状に適合する内部形状を有する線量調整器10を用意し、ダイアライザー15と予め結合して一体の被照射体を構成する。こうして得られた被照射体をコンベアなどの搬送手段により搬送し、途中で上下方向から電子ビームを照射して滅菌を行う。この方法によれば、ダイアライザーなどの被照射物と正確に適合する線量調整器を形成できるので、被照射物に対する照射線量分布をさらに正確に均一に調整することができる。また、搬送手段上の搬送方向における被照射体の位置決め精度を、図4および5に示す実施形態の場合と比べて緩やかにすることができる。

【0027】なお、図6に示す線量調整器10も被照射物とほぼ同等な密度を有する物質により構成することが好ましい。例えば、薄いアルミニウムによる中空構造又は中実アルミニウムとすることができる。中空構造の場

合は、内部に被照射物で用いられている液体と同一の液体や水を入れることができる。

【0028】なお、上記の実施形態においては、被照射物が円筒形である場合を例示したが、本発明の適用はこれに限られるものではない。即ち、断面形状が4角形以外の多角形である被照射物や、縦および横方向に複雑な凹凸を有する形状の被照射物に対しても同様に本発明を適用することができる。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、被照射物の形状、材料の密度などを考慮して作成した線量調整器を使用することにより、被照射物に与えられる電子ビームの照射線量を均一にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】被照射物の異なる位置に電子ビームを照射する例を示す図である。

【図2】図1に示す各照射位置で電子ビームを照射した

場合の、相対線量と被照射物内の位置との関係を示す図である。

【図3】図1に示す被照射物に対する理想的な相対線量分布を示す図である。

【図4】本発明の実施形態にかかる線量調整器の例を示す概略図である。

【図5】線量調整器を使用した電子ビーム照射装置の概略構成図である。

【図6】線量調整器の他の実施形態を示す図である。

【符号の説明】

10…線量調整器

11…冷却水

12…くぼみ

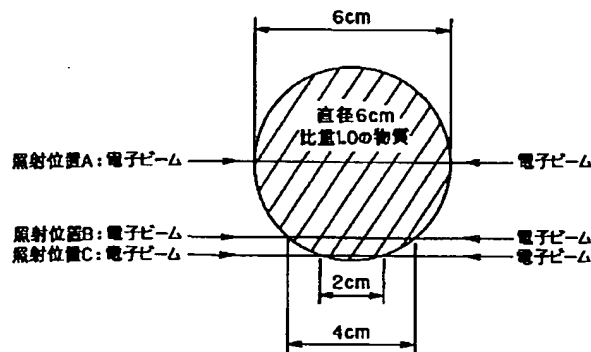
13…冷却水孔

15…ダイアライザー

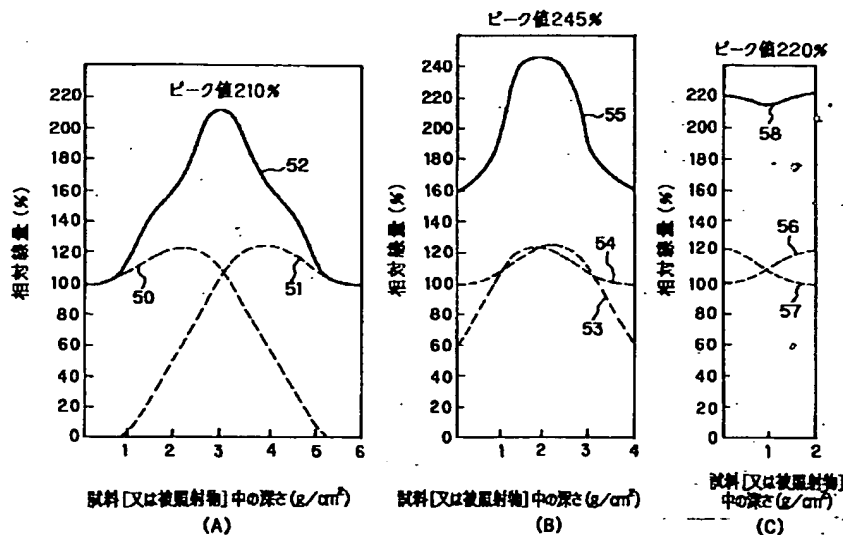
20…電子ビーム管

21…ウィンドウ

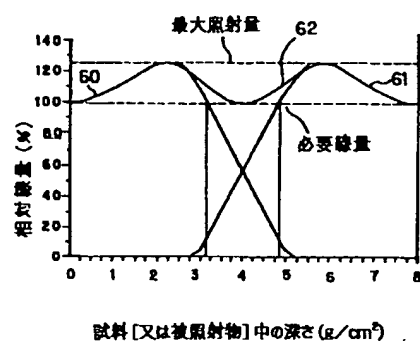
【図1】



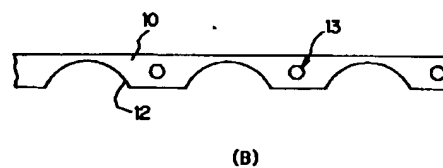
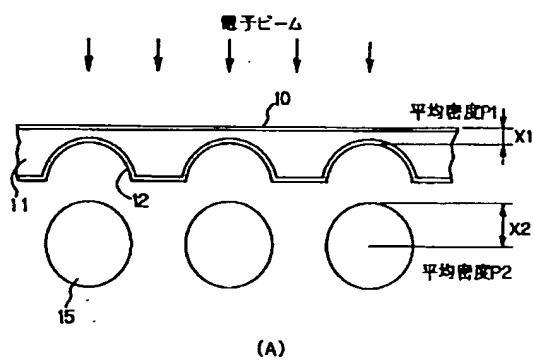
【図2】



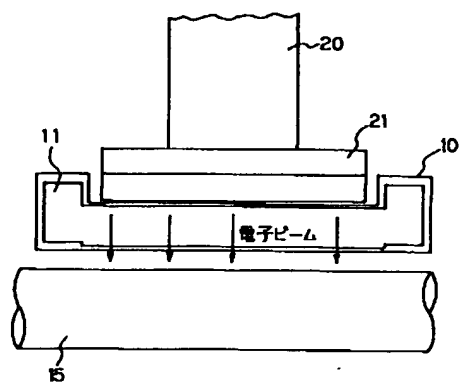
【図3】



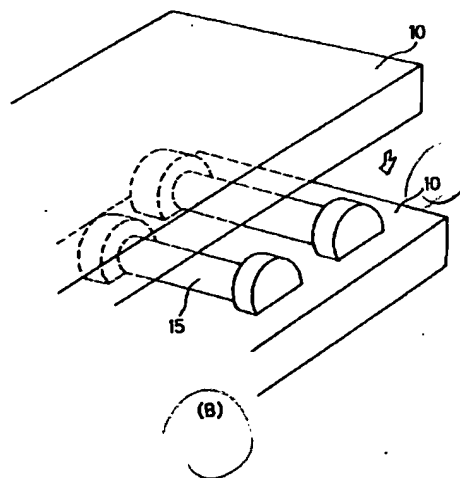
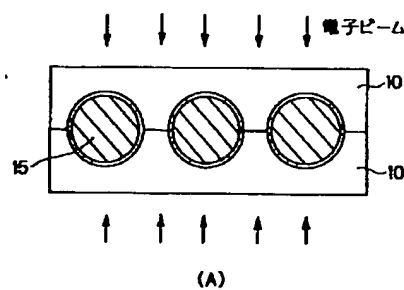
【図4】



【図5】



【図6】



DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a medical-application device, drugs, sanitary goods, and the electron beam irradiation equipment that irradiates an electron beam for the purpose of sterilization to food etc. further.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, sterilization of a medical-application device, drugs, etc. is performed by the chemical treatment by steamy heat-treatment, ethylene oxide gas, etc., exposure processing of a gamma ray, electron beam exposure processing, etc. However, steamy heat-treatment has the problem that a heat-resistant facility is needed, the top where there is little 1 time of throughput to a sterilized object, and it is inefficient. The chemical treatment by ethyleneoxide etc. has a large problem on environmental sanitation. Moreover, when gamma ray exposure processing needs a very large-scale perfect electric shielding facility, abandonment processing of the source of a used exposure becomes a problem. On the other hand, electron beam exposure processing has few problems which were mentioned above, and has the advantage which can process a lot of sterilized objects efficiently.

[0003] In sterilization by the exposure of an electron beam, when a sterilized object is the configuration which has a certain amount of thickness, the absorption and attenuation of an electron beam which were irradiated within the sterilized object arise. For this reason, it is common to sterilize by irradiating an electron beam from both sides to the sterilized object which has a certain amount of thickness.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the problem about the configuration of a sterilized object exists in an electron beam exposure. When a sterilized object has a rectangular cross-section configuration and has suitable thickness, the electron beam irradiated from both sides shows an almost uniform dose distribution in the location where directions perpendicular to the direction of radiation of an electron beam differ. However, when the cross section of a sterilized object is circular, the location from the core in an irradiated object differs in the dosage of the electron beam irradiated greatly from the location from the circumference, for example. That is, in the location from a core, in order for the irradiated electron beam to pass a sterilized object over a long distance and to reach near [circular] a center, absorption and attenuation of an electron beam produce the interior in the meantime, and the dosage of the electron beam which arrives at a center section does not become large. On the other hand, in the location from the circular circumference, since the distance in which the irradiated electron beam passes through the interior of a sterilized object is short, absorption and attenuation of an electron beam are small, and the dosage of the electron beam which reaches as a result becomes large. Thus, when the cross-section configuration of a sterilized object is except a rectangle, the dose distribution of the electron beam irradiated serves as an ununiformity.

[0005] In such a case, if the reinforcement of the electron beam to irradiate is adjusted so that the thickness of a cross-section configuration may become the the best for a small part (for example, near the circumference of a circular cross section), sterilizing [of the location near the center of a sterilized object] will become inadequate. On the other hand, when the reinforcement of an electron beam is adjusted so that it may become the the best for a part with large thickness (for example, near the center of a circular cross section), quantity of radiation becomes excessive in a part with the small thickness of a sterilized object, and there is a possibility that degradation of an ingredient may arise. Moreover, since excessive dosage will be irradiated partially, the exposure power efficiency of an electron beam also gets worse.

[0006] This invention is made in view of the above point, and it aims at offering the electron beam irradiation equipment which can irradiate an electron beam to homogeneity to a sterilized object, without being influenced by the configuration.

[0007]

[Means for Solving the Problem] According to invention according to claim 1, in electron beam

irradiation equipment, it has the dosage regulator arranged between the source of an electron beam, and said source of an electron beam and irradiated object. Said dosage regulator In all the points of said irradiated object in a direction perpendicular to the direction of radiation of said electron beam It is constituted so that the absorbed-fraction value which shows the rate of the absorption at the time of said electron beam passing may become fixed. Said absorbed-fraction value If distance in which said electron beam passes through the inside of P2 and said irradiated object the mean density of the ingredient which constitutes X1 and said irradiated object for the distance in which said electron beam passes through the inside of P1 and said dosage regulator the mean density of the ingredient which constitutes said dosage regulator is set to X2 It is characterized by what is shown by $P1 \times X1 + P2 \times X2$.

[0008] According to invention constituted as mentioned above, after the electron beam which the source of an electron beam discharged passes a dosage regulator, it is irradiated by the irradiated object. Here, in all the points of the irradiated object in a direction perpendicular to the direction of radiation of an electron beam, the dosage regulator is constituted so that the absorbed-fraction value which shows the rate of the absorption at the time of said electron beam passing may become fixed. This will be realized by considering as absorbed-fraction value $= P1 \times X1 + P2 \times X2 =$ regularity (ideal value), if distance in which said electron beam passes through the inside of P2 and said irradiated object the mean density of the ingredient which constitutes X1 and said irradiated object for the distance in which said electron beam passes through the inside of P1 and said dosage regulator the mean density of the ingredient which constitutes said dosage regulator is set to X2. Therefore, in each point of an irradiated object, since the sum total of the dosage absorbed by the dosage regulator and the dosage absorbed with an irradiated object becomes fixed, the electron beam of uniform dosage is irradiated by the irradiated object irrespective of the configuration.

[0009] In electron beam irradiation equipment according to claim 1, said dosage regulator is fixed to said source of an electron beam for invention according to claim 2, and said electron beam irradiation equipment is characterized by having a means to position said irradiated object to said dosage regulator further. Thereby, dosage can be adjusted to homogeneity also to the irradiated object in a conveyance path etc. *

[0010] Invention according to claim 3 is characterized by equipping said dosage regulator with the path of a cooling medium in electron beam irradiation equipment according to claim 1 or 2. Thereby, heating of a dosage regulator is prevented.

[0011] It is characterized by invention according to claim 4 having the internal configuration where said dosage regulator suited the configuration of said irradiated object, in electron beam irradiation equipment according to claim 1 to 3. Thereby, adjustment of the quantity of radiation to an irradiated object becomes easy.

[0012] Invention according to claim 5 has the internal configuration where said dosage regulator suited the configuration of said irradiated object, in electron beam irradiation equipment according to claim 1, and it is characterized by holding said irradiated object in the interior. Since an irradiated object and dosage adjustment term can be combined and it can consider as one by this, a demand of the positioning accuracy in the case of the exposure of an electron beam can be eased.

[0013] Invention according to claim 6 is characterized by said source of an electron beam irradiating said electron beam to both sides of said irradiated object in electron beam irradiation equipment according to claim 1. An electron beam can be irradiated efficiently and certainly to the irradiated object which has a certain amount of thickness by this.

[0014]

[Embodiment of the Invention] First, in advance of explanation of a suitable operation gestalt, the relation of the reinforcement of an electron beam and the configuration of an irradiated object (sterilized object) which are irradiated for sterilization is considered.

[0015] The cross section of the irradiated object of the shape of a cylindrical shape which becomes drawing 1 from the matter of the diameter of 6cm and specific gravity 1 as an example is shown. In the example of drawing 1, an electron beam is irradiated from right and left to an irradiated object. The exposure location A is made into the diameter location of a circular cross section, and decides the

exposure locations B and C to be the circumference twists of a circular cross section. In the exposure location B, the length to which an electron beam passes through the inside of an irradiated object is set to 4cm, and the length to which an electron beam passes through the inside of an irradiated object is set to 2cm in the exposure location C.

[0016] Distribution of the dosage within the irradiated object at the time of irradiating an electron beam in each exposure location A-C at drawing 2 is shown. Drawing 2 (A) In - (C), an axis of ordinate shows the amount of phase twisted pair lines of an electron beam, and makes 100% dosage needed for the purpose of sterilization. An axis of abscissa writes specific gravity as 1, and shows the location in an irradiated object. Although the electron beam is irradiated from right and left as shown in drawing 1, the figure which shows the location of an axis of abscissa shows only the location from left-hand side for convenience. Drawing 2 (A) In - (C), the properties 50, 53, and 56 of a wavy line show the dosage of the electron beam from left-hand side, and the properties 51, 54, and 57 of a wavy line show the dosage of the electron beam from right-hand side. The properties 52, 55, and 58 of a continuous line show the ** (sum total) dosage of the electron beam from right and left.

[0017] Drawing 2 (A) In this example, as for an electron beam, dosage serves as max the depth 2 of an irradiated object - near 3cm so that - (C) may show. Therefore, in the case of the exposure location A shown in drawing 2 (A), a total dose reaches to 210% in the near [a center] location of an irradiated object with a lateral width of face of 6cm. Moreover, in the case of the exposure location B shown in drawing 2 (B), the peak value of a total dose reaches also to 245%, and a total dose reaches to 160% also near the edge of an irradiated object. Furthermore, in the case of the exposure location C shown in drawing 2 (C), a total dose reaches to 220% by the whole irradiated object mostly. Thus, a dose distribution changes greatly with configurations of an irradiated object.

[0018] On the other hand, drawing 3 shows a dose distribution when the cross-section configuration which consists of the same matter irradiates an electron beam from right and left to an irradiated object with a thickness of 8cm (ideal value) with a rectangle. In a property 60, the dosage of the electron beam from right-hand side and 61 show the dosage of the electron beam from left-hand side, and 62 shows a total dose. Since the exposure of the dosage more than need dosage is performed also in which location of an irradiated object, sufficient sterilization effectiveness is acquired. Moreover, the maximum of a total dose is about 126%, since it is stopped by 20% increase extent of need dosage, the problem of ingredient degradation of an irradiated object is hardly produced, but the ideal dose distribution is acquired.

[0019] Absorption and the magnitude of attenuation of the electron beam within an irradiated object are estimated by the consistency of the irradiated object which an electron beam passes, and the passing product (it is hereafter called an "absorbed-fraction value".) of distance. Therefore, in order to irradiate uniform dosage to an irradiated object, it is necessary to perform an electron beam exposure to an irradiated object so that this absorbed-fraction value may become fixed. In the above-mentioned example, since it was a premise that the consistency of an irradiated object is uniform, when making the irradiation range (depth) of an electron beam into homogeneity, quantity of radiation became homogeneity.

[0020] Then, the gestalt of suitable operation of this invention is explained. In this invention, the dosage regulator (dosage regulator) for adjusting the above-mentioned absorbed-fraction value so that it may become uniform to an irradiated object is introduced. Drawing 4 (A) is the sectional view showing the relation of the dialyzer 15 as the dosage regulator 10 and an example of an irradiated object. A dialyzer 15 is a medical-application instrument used for cylindrical shape-like dialysis etc., and there are some in which water is contained in the interior. Moreover, the dosage regulator 10 is hollow and is put into the cooling water 11 as a cooling medium in the internal cavity 11. In addition, cooling media other than water are also usable. For example, the same thing as the liquid used by the irradiated object can also be used as a cooling medium.

[0021] The ingredient which constitutes the dosage regulator 10 has the desirable matter which needs to have the reinforcement which does not deteriorate by electron beam exposure, and has a consistency almost equivalent to an irradiated object. Especially a suitable example is aluminum. In the example of

drawing 4 (A), hollow structure was formed with the thin aluminum plate, and the interior is cooled with the cooling medium.

[0022] Moreover, the dosage regulator 10 equips a dialyzer 15 and the field of the side which counters with the impression 12 of the shape of a cylindrical shape of a dialyzer, and the shape of a suiting cylinder wall. An electron beam is irradiated from the dialyzer 15 and reverse side of the dosage regulator 10, and a dialyzer 15 is sterilized. The dosage regulator 10 is formed in a configuration from which the absorbed-fraction value of the electron beam mentioned above becomes uniform irrespective of the configuration of a dialyzer 15. Namely, as shown in drawing 4 (A), mean density of the ingredient which forms the dosage regulator 10 is specifically set to P1. If mean density of a dialyzer 15 is set to P2, the die length (thickness) of the dosage regulator in alignment with the direction of radiation of an electron beam is set to X1 and the die length (thickness) of the dialyzer 15 in alignment with the direction of radiation of an electron beam is set to X2. The dosage regulator 1 is formed so that relation called $P1, X1+P2, \text{ and } X2 = \text{constant value (ideal value)}$ may be maintained to each location of an irradiated object. Constant value is an absorbed-fraction value corresponding to suitable dosage required for sterilization here, and it depends for a concrete numeric value on the reinforcement of the electron beam to irradiate, the dimension of an irradiated object, etc. Considering only the exposure from one side, in the example shown in drawing 4 (A), it is above-mentioned constant value $= 1 \text{ g/cm}^3 \times 4 \text{ cm} = 4 \text{ g/cm}^2$.

[0023] The outline configuration of the electron beam irradiation equipment which adopts a dosage regulator as drawing 5 is shown. The dosage regulator 10 is attached in the window 21 of the lower part of an electron beam tube 20 in drawing 5. A window 21 is the outlet of an electron beam. A dialyzer 15 is arranged under the dosage regulator 10. As a dialyzer 15 is shown in drawing 4 (A), positioning is correctly made so that each may counter each impression 12 of the dosage regulator 10. Moreover, the cooling medium is contained in the cavity 11 inside the dosage regulator 10. In addition, a dialyzer is conveyed by the conveyance means which is not illustrated [conveyor], and is positioned. Where a dialyzer 15 is correctly positioned to the impression 12 of the dosage regulator 10, an electron beam tube 20 discharges an electron beam. The discharged electron beam passes through the inside of the dosage regulator 10, and is irradiated by the dialyzer 15. Since the configuration of the dosage regulator 10 is formed as mentioned above at this time so that an absorbed-fraction value may become fixed to each location of a dialyzer 15, in all the locations of a direction perpendicular to the direction of the electron beam of a dialyzer 15, absorption and the magnitude of attenuation of an electron beam will become equal, and the exposure of uniform dosage will be made. In addition, since it can be considered that the absorption and attenuation of an electron beam by the passage in air are zero, in order to hold a dialyzer 15 in the impression 12 where the dosage regulator 10 corresponds, it is not necessary to move to the upper part in drawing 4. This simplifies the conveyance means of a dialyzer 15 and raises working efficiency.

[0024] In addition, in fact, lot preparation of the dialyzer 15 is already carried out caudad, and the electron beam tube 20 and the dosage regulator 21 which are shown in drawing 5 carry out the double-sided exposure of the electron beam from the upper and lower sides.

[0025] The modification of the dosage regulator 10 is shown in drawing 4 (B). In this example, the dosage regulator 10 is constituted from ingredients, such as aluminum, in a solid, and the cooling water hole 13 for passing cooling water is formed. According to this modification, the need of forming hollow structure is lost that what is necessary is just to become depressed into ingredients, such as aluminum, and to form 12 and the cooling water hole 13.

[0026] Other operation gestalten of a dosage regulator are shown in drawing 6. Drawing 6 (A) is the side elevation of the dosage regulator 10 when holding a dialyzer 15, and drawing 6 (B) is the perspective view. The dosage regulator 10 was attached in the window 21 of an electron beam tube 20 in the electron beam irradiation equipment explained with reference to drawing 4 and 5, and the dialyzer 15 is positioned to each impression 12 of the dosage regulator 10. On the other hand, the dosage regulator 10 which has the internal configuration which suits the configuration of an irradiated object is prepared, it combines with a dialyzer 15 beforehand, and the irradiated object of one consists of

operation gestalten shown in drawing 6. In this way, the acquired irradiated object is conveyed with conveyance means, such as a conveyor, and it sterilizes by irradiating an electron beam from the upper and lower sides on the way. Since irradiated objects, such as a dialyzer, and the dosage regulator which suits correctly can be formed according to this approach, the quantity-of-radiation distribution over an irradiated object can be adjusted to homogeneity still more correctly. Moreover, positioning accuracy of the irradiated object in the conveyance direction on a conveyance means can be made loose compared with the case of the operation gestalt shown in drawing 4 and 5.

[0027] In addition, it is desirable to also constitute the dosage regulator 10 shown in drawing 6 with the matter which has a consistency almost equivalent to an irradiated object. For example, it can consider as the hollow structure or solid aluminum by thin aluminum. In the case of hollow structure, the same liquid and the water as the liquid used for the interior by the irradiated object can be put in.

[0028] In addition, in the above-mentioned operation gestalt, although the case where an irradiated object was a cylindrical shape was illustrated, application of this invention is not restricted to this. That is, a cross-section configuration can apply this invention to the irradiated object which are polygons other than 4 square shapes, and length and a longitudinal direction similarly to the irradiated object of the configuration which has complicated irregularity.

[0029]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, quantity of radiation of the electron beam given to an irradiated object can be made into homogeneity by using the dosage regulator created in consideration of the configuration of an irradiated object, the consistency of an ingredient, etc.

[Translation done.]